

SVERIGE

(12) **PATENTSKRIFT**

(13)

C2(11) **501 591**

(19) SE

(51) Internationell klass 8

B01J 20/18, B01D 53/04, F24F 3/14
**PATENT- OCH
REGISTRERINGSVERKET**

(45) Patent meddelat 1995-03-20
 (41) Ansökan allmänt tillgänglig 1988-12-11
 (22) Patentansökan inkom 1988-04-20
 (24) Löpdag 1988-04-20
 (62) Stamansökans nummer
 (88) Internationell ingivningsdag
 (86) Ingivningsdag för ansökan om europeisk patent
 (83) Deposition av mikroorganism

(21) Patentansöknings-
nummer **8801470-9**

Ansökan inkommen som:

☒ svensk patentansökan
 fullföljd internationell patentansökan
 med nummer
☐ omvandlad europeisk patentansökan
 med nummer

(30) Prioritetsuppgifter
87-06-10 JP 62/145873

- (73) **PATENTHAVARE** Seibu Giken Co Ltd, Kasuya-gun JP
 Tosimi Kuma, Fukuoka-shi JP
 (72) **UPPFINNARE** Hiroshi Okano, Fukuoka-shi JP, Tosimi Kuma, Fukuoka-shi JP
 (74) **OMBUD** AB Delmar & Co Patentbyrå
 (54) **BENÄMNING** Förfarande för framställning av ett gasadsorberande element
 innehållande syntetisk zeolit och metallsilikatgel

(56) **ANFÖRDA PUBLIKATIONER:** - - -

(57) **SAMMANDRAG:** Ett element för adsorption av gas i ultralåg koncentration, såsom vattenånga i en inert gas, t ex luft, framställa genom följande steg. Lågdensitetspapper av oorganiska fibre lamineras till bildning av en matris i form av ett gas adsorberande element med många små kanaler genomträngande mot stående ytor. Matrisen impregneras med en vattenglaslösning vari pulver av syntetisk zeolit har dispergerats. Matrise nedsänkes därefter i en vattenlösning av aluminiumsalter, magnesiumsalter, kalciumsalter eller liknande för bildning a metallsilikat-hydrogel på papperet och i mellanrummen mella papperets fibrer. Matrisen med metallsilikat-hydrogel tvätta och torkas till bildning av ett element, vars huvudbestånds delar utgöres av syntetisk zeolit och metallsilikat-aeroge avsatta på matrisen av oorganiska fibrer.

Föreliggande uppfinning avser ett förfarande för framställning av ett element för adsorption av gas i ultralåg koncentration för erhållande av en inert gas, från vilken aktiv gas har avlägsnats genom adsorption, särskilt en inert gas innehållande en aktiv gas i ultralåg koncentration, t ex luft med ultralåg daggpunkt. Vid förfarandet bildas ett block med många små kanaler genomträngande motstående ytor och innehållande fast adsorptionsmedel som kan adsorbera vattenånga och andra aktiva gaser reversibelt. Vid användning av elementet ledes processgas och desorberingsgas omväxlande genom de små kanalerna.

I den svenska patentansökan 8601546-8 beskrives ett förfarande för framställning av ett fuktutbyteselement eller värmeväxlarelement huvudsakligen bestående av silikat-aerogel i en matris av papper av oorganiska fibrer. Vid detta förfarande lamineras lågdensitetspapper av oorganiska fibrer, såsom keramiska fibrer, till bildning av ett fuktutbyteselement eller värmeväxlarelement med många små kanaler, varvid papperet impregneras med vattenglaslösning före eller efter lamineringsprocessen. Efter formning nedsänkes laminatet i en vattenlösning av aluminiumsalt, magnesiumsalt eller kalciumsalt för bildning av silikat-hydrogel, varpå det hela tvättas med vatten och torkas för bildning av det önskade elementet.

I den japanska patentpublikationen 19548/1979 (publicerad men icke granskad ansökan) beskrives en regenererbar avfuktningsrotor, vilken är tillverkad av asbestpapper innehållande molekyllsilar, dvs syntetisk zeolit, och har en form med många små kanaler. Denna publikation beskriver också en annan regenererbar avfuktningsrotor, vilken är tillverkad av metallfolie, papper eller fibertyg och har en form med många små kanaler, på vars yta syntetisk zeolit har anbragts såsom torkmedel. I de japanska patentpublikationerna 62598/1985 och 246000/1985 (publicerade men icke granskade ansökningar) beskrives ett förfarande för framställning av den sistnämnda rotorn, varvid man med hjälp av silikagel har bringat syntetisk zeolit såsom torkmedel att häfta väl vid ytan av nämnda material.

Den använda silikagelen har såsom vidhäftningsmedel och kombinationsmedel endast en obetydlig torkningsförmåga. Ju större volymen är av dylik silikagel och andra oorganiska bindemedel, desto mindre är därför avfuktningsförmågan per viktenhet av avfuktningselementet. När volymen bindemedel minskas, minskas å andra sidan den fysikaliska hållfastheten av det med bindemedlet förstärkta avfuktningselementet, så att elementet icke blir användbart. Vidare föreligger den nackdelen, att syntetisk zeolit som har bringats att häfta vid elementets matris med hjälp av bindemedlet kan falla av i pulverformigt tillstånd under användning.

När diametern av de små porerna är vald på lämpligt sätt, uppvisar å andra sidan syntetisk zeolit en utmärkt förmåga att adsorbera fuktighet och andra aktiva gaser för erhållande av luft med ultralåg daggpunkt eller andra inerta gaser. Syntetisk zeolit är emellertid dyr, och förfarandet för framställning av papper genom blandning med syntetisk zeolit ger ett utbyte som är så lågt som mindre än 50%. Vidare har zeoliten en dålig vidhäftningsförmåga. Förfarandet för framställning av papper genom blandning med syntetisk zeolit är därför olämpligt. Syntetisk zeolit har också den nackdelen att den adsorberade fuktigheten är svår att avlägsna fullständigt, varför elementet icke kan regenereras om temperaturen icke är hög. Endast obetydligt med fuktighet kan avlägsnas, och elementet kan knappast regenereras vid temperaturer som är lägre än 140°C.

Enligt föreliggande uppfinning har man funnit att ett element, som kan adsorbera gas i ultralåg koncentration och har tillräcklig fysikalisk hållfasthet, kan framställas genom användning av en vattenlösning av vattenglas innehållande dispergerat pulver av syntetisk zeolit för impregnering av lågdensitetspapper. Detta skall jämföras med förfarandet enligt SE 8601546-8, där en vattenlösning av enbart vattenglas användes för impregnering av papper av oorganiska fibrer. Enligt uppfinningen bildas en pappersmatris i form av ett block innehållande syntetiskt zeolitpulver och metallsilikat-aerogel såsom två typer av adsorptionsmedel, varvid metallsilikat-

-aerogelet också funktionerar såsom bindemedel. Lågdensitetspapper lamineras sålunda till bildning av en matris i form av ett gasadsorberande element med många små kanaler genomträngande motstående ytor. Denna matris impregneras med en vattenlösning av vattenglas innehållande dispergerat pulver av syntetisk zeolit, och efter torkning av matrisen nedsänkes densamma i en vattenlösning av aluminiumsalter, magnesiumsalter, kalciumsalter eller andra lämpliga metallsalter. Genom reaktion mellan vattenglas och metallsalterna bildas ett starkt hydrogel, vari metallsilikat och syntetisk zeolit är likformigt dispergerade. Matrisen tvättas sedan med vatten och torkas för att den syntetiska zeoliten och metallsilikat-aerogelet, som har mycket stark gasadsorberande förmåga, skall förenas med matrismaterialet.

För framställning av matrisen kan man använda vilket som helst papper, som motstår processgasen och de aktiva gaser som skall adsorberas och avlägsnas från processgasen och som kan formas i bikakeform. När elementet upphettas under regenereringsprocessen, t ex när det gasadsorberande elementet enligt föreliggande uppfinning användes för avfuktning av exempelvis luft och desorberas och regenereras medelst upphettad regenereringsluft, bör emellertid det använda papperet bestå av oorganiska fibrer som är brandhårdiga, t ex keramiska fibrer, mineralfibrer, slaggfibrer, glasfibrer, kolfibrer och blandningar av dylika fibrer. Asbestfibrer är också oorganiska och brandhårdiga, men de bör undvikas av hälsoskäl. När regenereringen genomföres vid låg temperatur eller när ingen upphettning erfordras för regenereringen, såsom vid tryckstötsregenerering, kan man använda papper av organiska fibrer.

Det bör påpekas att syntetisk zeolit är stabil endast inom ett pH-intervall mellan 5 och 12. Syntetisk zeolit sönderdelas och dess gasadsorberande förmåga försämras vid kontakt med sur vätska eller starkt alkalisk vätska med pH-värden utanför nämnda intervall. Starkt alkaliskt vattenglas kan därför icke användas såsom bindemedel vid laminering av papper för bildning av matrisen, utan neutrala bindemedel, såsom polyvinylacetatemulsion, måste användas, antingen ensamma eller i blandning med oorganiska bindemedel.

Vid dispergering av syntetiskt zeolitpulver i vattenlösning av vattenglas bör man särskilt ge akt på vattenglaslösningens pH-värde. I fig 3 visas sambandet mellan Na_2O -halten i vikt-% och pH-värdet av en vattenlösning av vattenglas med användning av vattenglas med olika viktförhållanden mellan SiO_2 och Na_2O . Vattenglas nr 1 ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}=2,1$) kan icke användas, ty när Na_2O -koncentrationen är högre än 1 vikt-%, dvs när vattenglaskoncentrationen är högre än 3 vikt-%, så blir lösningens pH-värde högre än 12,2. Man bör icke heller använda vattenglas nr 2 ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}=2,5$). När Na_2O -halten är 1 vikt-% i en vattenlösning av vattenglas nr 2, dvs när vattenglaskoncentrationen är 3,5 vikt-%, är lösningens pH-värde mindre än 12. Vid torkningsprocessen före reaktionen med metallsaltet blir emellertid vattenglasets kraftigt koncentrerat eller får både hög temperatur och blir kraftigt koncentrerat samtidigt, varvid det föreligger en risk för att pH-värdet kan överstiga 12. Vattenglas nr 3 ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}=3,1$) kan användas med säkerhet, eftersom det icke föreligger någon risk för att pH-värdet kan överstiga 12 ens vid en Na_2O -halt av 10 vikt-%, dvs en vattenglaskoncentration av 41 vikt-%.

Metallsalter som reagerar med vattenglas under bildning av silikatgel undersöks nedan. I princip kan man använda vilket som helst vattenlösligt metallsalt som kan erhållas till rimligt pris och som vid reaktion med vattenglas kan bilda gasadsorberande silikatgel som är olösligt i vatten. Dock bör vattenlösningen, särskilt efter bildning av silikatgel genom reaktion med vattenglas, ha ett pH-värde inom intervallet 5-12. I nedanstående tabell 1 visas dels vikten av adsorberad fuktighet per viktenhet element i procent vid en relativ fuktighet av 75% och dels vattenlösningens pH-värde vid en temperatur av 21°C efter reaktionen, när vattenglaslösning utan syntetisk zeolit omsättes med vattenlösningar av olika metallsalter för bildning av silikatgel under samma betingelser som anges i nedanstående exempel 2.

Tabell 1

<u>Metallsalt</u>	<u>Koncentration (%)</u>	<u>Adsorberad fuktighet (%)</u>	<u>pH</u>
aluminiumsulfat	20	37,6	3,02
enbasiskt aluminiumfosfat $[\text{Al}(\text{H}_2\text{PO}_4)_3]$ [aluminium-tris(di-vätefosfat)]	20	30,1	1,17
aluminiumnitrat	20	23,7	1,30
magnesiumsulfat	20	23,5	8,10
magnesiumklorid	20	18,7	4,06
aluminiumklorid	20	17,2	0,92
kalciumnitrat	20	13,9	10,58
kalciumpklorid	20	13,0	9,2

Av resultaten i tabell 1 framgår att av de åtta provade metallsalterna så hade vattenlösningarna av alla aluminiumsalterna och vattenlösningen av magnesiumklorid ett pH-värde lägre än 5. I de följande exemplen har därför magnesiumsulfat använts.

Uppfinningen beskrives närmare nedan under hänvisning till den bifogade ritningen, på vilken fig 1 och 2 är perspektivvyer av element enligt föreliggande uppfinning för adsorption av gas i ultralåg koncentration; fig 3 är ett diagram som visar pH-värdet av vattenlösningar av vattenglas; fig 4 är en perspektivvy av ett annat element enligt föreliggande uppfinning för adsorption av gas i ultralåg koncentration; fig 5 är en perspektivvy av en avfuktare av roterande typ, varvid några delar är avlägsnade för tydlighetens skull; fig 11 är en ritning som illustrerar en annan avfuktare av roterande typ; och fig 6-10 och 12-13 är diagram som visar avfuktningsförmågan av element enligt föreliggande uppfinning och element enligt SE 8601546-8.

I figurerna betecknar siffran 1 ett planskiktspapper, siffran 2 betecknar ett vågpapper, siffran 3 betecknar en liten kanal, siffran 11 betecknar ett element, siffran 12 betecknar ett

hölje, siffran 14 betecknar en avfuktningszon, siffran 15 betecknar en regenereringszon, siffran 18 betecknar matarluft som skall avfuktas, och siffran 19 betecknar regenereringsluft.

Exempel 1

En liten mängd organiska syntetiska fibrer sättes till keramiska fibrer av typen kiseldioxid-aluminiumoxid för framställning av lågdensitetspapper med en skenbart densitetstal av ca 0,3-0,45 och en tjocklek av ca 0,15-0,25 mm. Genom användning av ett bindemedel bestående av en blandning av syntetiskt harts, såsom polyvinylacetat, och oorganiskt bindemedel bringas planskiktspapper 1 och vågpapper 2 att omväxlande häfta vid varandra till bildning av sådana laminat som visas i fig 1 och 2. Laminatet upphettas därefter till en temperatur av ca 400°C för avlägsnande av organiska material, dvs organiska fibrer och bindemedel i papperet samt polyvinylacetat i bindemedlet. Härvid erhålles en matris i form av ett gasadsorberande element med många små kanaler 3 genomträngande motstående ytor. Vattenglas nr 3 utspädes med vatten, varpå syntetisk zeolit Zeolam A-4 från Toyo Soda Co Ltd tillsättes och inblandas likformigt i lösningen. Den ovan nämnda matrisen nedsänkes i denna lösning och upphettas sedan för torkning. Matrisen nedsänkes därefter i en 20-procentig vattenlösning av magnesiumsulfat under 3-4 h, varvid natriumsilikatet i vattenglasets omvandlas till hydrogel av magnesiumsilikat. Efter tvättning med vatten och upphettning för torkning erhålles ett element för adsorption av gas i ultralåg koncentration. Detta elements kärna är en matris av papper av oorganiska fibrer, och elementet, som har sådan form som visas i fig 1 eller 2, innehåller syntetisk zeolit och magnesiumsilikat-aerogel, varvid magnesiumsilikatet också verkar såsom bindemedel.

Exempel 2

På samma sätt som i exempel 1 utspädes vattenglas nr 3 med vatten, och Zeolam A-4 inblandas likformigt i lösningen för framställning av en impregneringsvätska. På samma sätt som i SE 8601546-8 utspädes dessutom vattenglas nr 3 med vatten för framställning av en andra impregneringsvätska. På samma sätt som i exempel 1 framställs en matris i form av ett gasadsorberande element med många små kanaler genom laminering av lågdensitetspapper av keramiska fibrer. Såsom visas i fig 4(a), (b) och (c) nedsänkes en sektion 4 av matrisen i den första impregneringsvätskan, och en sektion 5 av matrisen nedsänkes i den andra impregneringsvätskan. Matrisen upphettas därefter för torkning. Sedan nedsänkes matrisen i en 20-procentig vattenlösning av magnesiumsulfat under 3-4 h, varvid natriumsilikatet i vattenglasaset omvandlas till hydrogel av magnesiumsilikat. Efter upphettning för torkning erhålles ett element för adsorption av gas i ultralåg koncentration. En sektion av detta element består av skikt av blandningen av syntetisk zeolit och magnesiumsilikat-aerogel, och den andra sektionen består av skikt av magnesiumsilikat-aerogel, varvid skikten i båda sektionerna är armerade med matrisen av papper av oorganiska fibrer.

Elementet enligt föreliggande uppfinning för adsorption av gas i ultralåg koncentration användes exempelvis i en avfuktare för avfuktning av inert gas, såsom luft. I fig 5 visas ett exempel på en avfuktare av roterande typ. Ett gasadsorberande element 11 roteras i ett hölje 12, som medelst ett separerande organ 13 är delat i en avfuktningszon 14 och en regenereringszon 15. Elementet 11 roteras med låg hastighet (5-20 varv/h) med hjälp av en kuggväxelmotor 16 och en drivrem 17. Processluft eller matarluft 18 ledes in i avfuktningszonen 14, och varm och mindre fuktig regenereringsluft 19 ledes in i regenereringszonen 15. Processluften avfuktas så att man erhåller luft 20 med ultralåg daggpunkt. I fig 5 betecknar siffran 21 en remskiva, siffran 22 betecknar en spännrulle, siffran 23 betecknar en gummitätning och siffran 24 betecknar en upphettningssanordning för desorberingsluft (regenereringsluft).

Tabell 2

<u>Element nr</u>	<u>Syntetisk zeolit</u>	<u>Vattenglas</u>	<u>Vatten</u>	<u>Vattenlösning av metallsalt</u>	
1	60 g	nr 3; 50 g	80 g	MgSO ₄	20%
2	60 g	nr 3; 50 g	80 g	CaCl ₂	11%
3	60 g	nr 3; 90 g	100 g	MgSO ₄	20%
4	70 g	nr 3; 100 g	110 g	Al ₂ (SO ₄) ₃	25%
5	-	nr 1; 70 g	80 g	Al ₂ (SO ₄) ₃	25%
6	-	nr 1; 70 g	80 g	MgSO ₄	20%

I fig 6 visas jämviktsmängden av adsorberad fuktighet per viktenhet adsorptionsmedel i procent som funktion av den relativa fuktigheten. Adsorptionsmedlen utgöres av likformiga blandningar av syntetisk zeolit och metallsilikat-aerogel uttagna ur gasadsorberande element enligt tabell 2 framställda på samma sätt som beskrives i exempel 1. Elementen 1-4 är element enligt föreliggande uppfinning, och elementen 5 och 6 är element enligt SE 8601546-8. Kurvan nr 7 i fig 6 visar resultat erhållna med den syntetiska zeolit (Zeolite X) som beskrives på sidan 12 i japanska patentpublikationen 6712/1957 (spalt 13 i amerikanska patentskriften 2 882 244).

I fig 7 visas jämviktsmängden adsorberad fuktighet per ytenhet matrisark (g/m²) för de gasadsorberande elementen 1-6 enligt ovan.

I fig 8 visas jämviktsmängden adsorberad fuktighet per viktenhet gasadsorberande element i procent som funktion av den relativa fuktigheten för de gasadsorberande elementen 1-6.

I fig 9 visas dels den absoluta fuktigheten och dels temperaturen av avfuktad luft vid utloppet vid användning av den i fig 5 visade avfuktaren. Det använda gasadsorberande elementet är framställt av pappersark 1 och 2 med en tjocklek av 0,2 mm, varvid vågarket 2 har en våglängd av 3,4 mm och en våghöjd av 1,73 mm. Elementets bredd, dvs längden av de små kanalerna, är 200 mm. Elementet är ett element av typ n 3 i tabell 2. Processbetingelserna är följande. Elementets

rotationshastighet är 16 varv/h. Processluftens hastighet vid inloppet är 2 m/s. Volymförhållandet mellan regenereringsluft och processluft är 1:3. Temperaturen av processluften vid inloppet är 30°C, temperaturen av regenereringsluften vid inloppet är 140°C, 160°C eller 180°C, och den absoluta fuktigheten av regenereringsluften vid inloppet är densamma som den absoluta fuktigheten av processluften vid inloppet.

I fig 10 visas den absoluta fuktigheten av behandlad luft vid utloppet (g/kg') vid användning av en avfuktare av roterande typ liknande den som visas i fig 5 men delad i en behandlingszon 14 (225°) en regenereringszon 15 (90°) och en reningszon, dvs kylzon, 25 (45°); se fig 11. De använda elementen är framställda på det sätt som beskrives i exempel 2. Elementen 8 och 9 i fig 10 är element av typen 3 och 5 i tabell 2, varvid bredden av var och en av sektionerna 4 och 5 i fig 4 (a) är 200 mm. Elementet 5 i fig 10 har en bredd av 400 mm. I alla tre elementen har pappersarken 1 och 2 en tjocklek av 0,2 mm, varvid vågarket har en våglängd av 3,4 mm och en våghöjd av 1,73 mm. Processluftens temperatur är 30°C vid inloppet av elementen 8 och 5 och 20°C vid inloppet av element 9. De övriga betingelserna är samma för alla tre elementen. Sålunda är elementets rotationshastighet 5 varv/h, lufthastigheten vid inloppet är 1,5 m/s, och volymförhållandet mellan regenereringsluft och processluft är 2:5. Regenereringsluftens temperatur vid inloppet är 140°C, och den absoluta fuktigheten av regenereringsluften vid inloppet är densamma som den absoluta fuktigheten av processluften vid inloppet.

I fig 12 visas den behandlade luftens absoluta fuktighet (g/kg') och daggpunktstemperatur (°C DP) vid utloppet vid användning av en sådan avfuktare av roterande typ som visas i fig 11 innehållande det ovan angivna elementet nr 8 framställt på det sätt som beskrives i exempel 2. Elementets rotationshastighet är 16 varv/h, lufthastigheten vid inloppet är 1,45 m/s, volymförhållandet mellan regenereringsluft och processluft är 2:5, regenereringsluftens temperatur vid inloppet är 120°C, 140°C, 160°C eller 180°C, och regenereringsluftens fuktighet är i samtliga fall 8,5 g/kg'.

I fig 13 visas den behandlade luftens temperatur och daggpunktstemperatur ($^{\circ}\text{C DP}$) vid utloppet och reningsluftens temperatur vid utloppet vid användning av en sådan avfuktare av roterande typ som visas i fig 11. Det använda elementet är ett element av typen 1 i tabell 2 och har en bredd av 400 mm. Pappersarkens tjocklek är 0,2 mm, varvid vågpapperet har en våglängd av 3,4 mm och en våghöjd av 1,73 mm. Processluftens temperatur vid inloppet är 18,7-21,3 $^{\circ}\text{C}$. Elementets rotationshastighet är 8 varv/h. Lufthastigheten vid inloppet är 2 m/s. Volymförhållandet mellan regenereringsluft och processluft vid inloppet är 2:5. Reningsluften utgöres av en del av den behandlade luften. Regenereringsluftens temperatur vid inloppet är 180 $^{\circ}\text{C}$. Regenereringsluftens absoluta fuktighet vid inloppet är densamma som processluftens absoluta fuktighet vid inloppet.

Alla resultat ovan har erhållits med upphettningsregenerering. I detta fall användes papper av oorganiska fibrer, och alla organiska material, såsom organiska fibrer samt organiska bindemedel i papperet eller i elementet bör avlägsnas genom upphettning och bränning. Vid användning av tryckstötsregenerering, där ingen upphettning erfordras, är det dock icke nödvändigt att avlägsna organiska material genom bränning, och man kan använda papper innehållande en stor andel organiska fibrer.

Av de i fig 6-10 och 12-13 angivna data framgår följande. När ett gasadsorberande element med bikakestruktur enligt föreliggande uppfinning, huvudsakligen bestående av en likformig blandning av syntetisk zeolit och kemiskt syntetiserat metallsilikat-aerogel, vilket är syntetiserat i närvaro av den syntetiska zeoliten, jämföres med ett avfuktningselement med bikakestruktur enligt SE 8601546-8, huvudsakligen bestående av enbart metallsilikat-aerogel, finner man att elementet enligt uppfinningen icke har lika god förmåga att avfukta luft eller annan inert gas med en relativ fuktighet över ca 30%, men det uppvisar en anmärkningsvärd förmåga att avfukta ganska torr luft med en relativ fuktighet under 15%, t ex för framställning av luft med en ultralåg daggpunkt lägre än -40 $^{\circ}\text{C}$ (absolut fuktighet 0,08 g/kg).

Av de i fig 6-8 redovisade resultaten framgår att den adsorberande förmågan icke var fullständig vid användning av aluminiumsalter, eftersom vattenlösningarna av aluminiumsalter var sura, vilket medförde sönderdelning av den syntetiska zeoliten. När kalciumklorid användes, var adsorptionsförmågan icke heller fullständig, eftersom aktiviteten av det bildade kalciumsilikat-aerogelet var låg. Bland de provade aluminiumsalterna, magnesiumsalterna och kalciumsalterna har magnesiumsalterna givit de bästa resultaten. De ovan nämnda metallerna kan å andra sidan ersätta natrium i syntetisk zeolit med formeln $x\text{Na}_2\text{O} \cdot y\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot z\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ vid behandlingen med vattenlösningen av dessa metallsalter, men någon nämnvärd minskning av avfuktningsförmågan har härvid icke erhållits.

Såsom ovan har angivits kan syntetisk zeolit uppvisa en utmärkt fuktadsorptionsförmåga vid lämpligt val av diameter för de små kanalerna, och med hjälp av syntetisk zeolit kan man erhålla luft med ultralåg daggpunkt. Vid avfuktning av luft med relativt hög fuktighet är emellertid metallsilikat-aerogel bättre. Vad avser desorption och regenerering kan metallsilikat-aerogel desorberas och regenereras nästan fullständigt med regenereringsluft med en temperatur av ca 140°C , under det att syntetisk zeolit kräver höga temperaturer ($180-200^\circ\text{C}$) för desorption och regenerering. När elementet enligt föreliggande uppfinning för adsorption av gas i ultralåg koncentration användes för avfuktning av inert gas med regenerering under upphettning, är det därför bättre att först avfukta den inerta gasen till en relativ fuktighet av 25-30% med en avfuktare innehållande ett känt avfuktningsselement, t ex ett element enligt SE 8601546-8, och därefter avfukta den inerta gasen på nytt med avfuktningsselementet enligt föreliggande uppfinning för framställning av inert gas, såsom luft, med ultralåg daggpunkt.

Det i exempel 2 beskrivna gasadsorberande elementet är avsett för dylik tvåstegsavfuktning medelst ett enda element, dvs med en enda avfuktare. Processluft inledes härvid från kantytan av sektion 5 i elementet i fig 4 och avfuktas till största delen i denna sektion. Sektionen 5 är en behandlingszon

innehållande metallsilikat-aerogel enligt SE 8601546-8. Luften avfuktas därefter ytterligare i sektionen 4 med hjälp av syntetisk zeolit och metallsilikat-aerogel, så att man erhåller luft med ultralåg daggpunkt, såsom framgår av de i fig 10 och 12-13 redovisade värdena. Regenereringsluft med temperaturen $160-180^{\circ}\text{C}$ inledes däremot från kantytan av sektion 4, så att denna sektion innehållande en blandning av syntetisk zeolit och metallsilikat-aerogel enligt föreliggande uppfinning regenereras först. Sektionen 5, som består av endast metallsilikat-aerogel, regenereras därefter med regenereringsluften, vars temperatur har sjunkit något, t ex till ca 140°C . På detta sätt kan regenereringsluftens värmeenergi utnyttjas effektivt. I fig 4 kan förhållandet mellan längderna av sektionerna 4 och 5 förändras, och dessa sektioner kan också anordnas på andra sätt beroende på användningsbetingelserna. Se t ex utföringsformerna (b) och (c) i fig 4. I exempel 1 kan naturligtvis förhållandet mellan syntetisk zeolit och metallsilikat-aerogel förändras. I exempel 2 kan man göra liknande förändringar i sektionerna 4 och 5, varvid man exempelvis kan framställa en sektion 5 innehållande en liten mängd syntetisk zeolit.

I exempel 2 är det också möjligt att framställa två separata gasadsorberande element med samma storlek, nämligen ett element enligt föreliggande uppfinning för adsorption av gas i ultralåg koncentration och ett avfuktningselement enligt SE 8601546-8. De båda elementen hopfogas därefter i en avfuktare för genomförande av avfuktning på ovan beskrivet sätt.

Den i exemplen använda zeoliten Zeolam A-4 är en syntetisk zeolit av s k 4A-typ, vars små kanaler har en diameter av ca 4 Å och vilken har den empiriska formeln $(1,0 \pm 0,2)\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot (1,85 \pm 0,5)\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$. Både denna zeolit och syntetisk zeolit av typen 3A, vars små kanaler har en diameter av ca 3 Å, kan förutom för avfuktning även användas för adsorption och avlägsnande av ammoniak, metanol och liknande. För gasadsorption kan man även använda papper innehållande ett tredje adsorptionsmedel, såsom fibrer av aktivt kol.

Enligt föreliggande uppfinning kan man sålunda framställa ett gasadsorberande element med bikakestruktur och med hög fysikalisk hållfasthet. Detta element består av en matris av lågdensitetspapper, gasadsorberande metallsilikat-aerogel framställt genom kemisk reaktion i mellanrummen mellan fibrerna och på papperets yta, och syntetisk zeolit likformigt blandad med metallsilikat-aerogelet. Metallsilikat-aerogelet verkar också såsom bindemedel för den syntetiska zeoliten. Fibrerna i elementet (ca 15% av elementets vikt) ökar det fuktadsorberande elementets motståndskraft mot plötsliga temperatur- och fuktighetsförändringar. Nästan hela det fuktadsorberande elementets vikt (ca 10-70% syntetisk zeolit och ca 75-15% metallsilikat-aerogel) verkar effektivt såsom gasadsorptionsmedel. Föreliggande uppfinning gör det möjligt att på ett enkelt och billigt sätt framställa ett gasadsorberande element särskilt lämpat för erhållande av en inert gas, såsom luft med ultralåg daggpunkt. Genom inverkan av den syntetiska zeoliten kan nämligen en låg halt aktiv gas minskas till en ultralåg koncentration.

P a t e n t k r a v

1. Förfarande för framställning av ett element för adsorption av gas för minskning av koncentrationen därav till en ultralåg nivå, i vilket element syntetisk zeolit och metall-silikat-aerogel med gasadsorberande verkan är stabilt bundna i en matris, k ä n n e t e c k n a t a v att lågdensitetspapper lamineras till bildning av en matris i form av ett gas-adsorberande element med många små kanaler genomträngande motstående ytor; att matrisen nedsänkes i en vattenlösning av vattenglas, vari pulver av syntetisk zeolit har dispergerats; att den impregnerade matrisen torkas; att matrisen nedsänkes i en vattenlösning av metallsalter som är lösliga i vatten och kan bilda vattenolösligt silikatgel genom reaktion med vattenglas, såsom aluminiumsalter, magnesiumsalter, kalciumsalter och liknande, till bildning av hydrogel av metallsilikat genom reaktion mellan vattenglas och metallsalterna; och att den impregnerade matrisen tvättas med vatten och torkas.
2. Förfarande enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t a v att lågdensitetspapperet huvudsakligen består av oorganiska fibrer.
3. Förfarande enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t a v att lågdensitetspapperet huvudsakligen består av kolfibrer eller fibrer av aktivt kol.
4. Förfarande enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a t a v att matrisen består av två sektioner, varvid den ena sektionen impregneras med en vattenlösning av vattenglas innehållande dispergerat zeolitpulver, under det att den andra sektionen impregneras med en vattenlösning av enbart vattenglas.

Fig.1

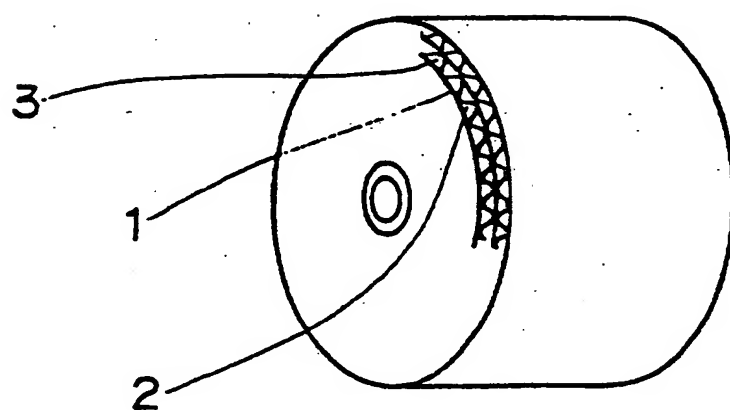


Fig.2

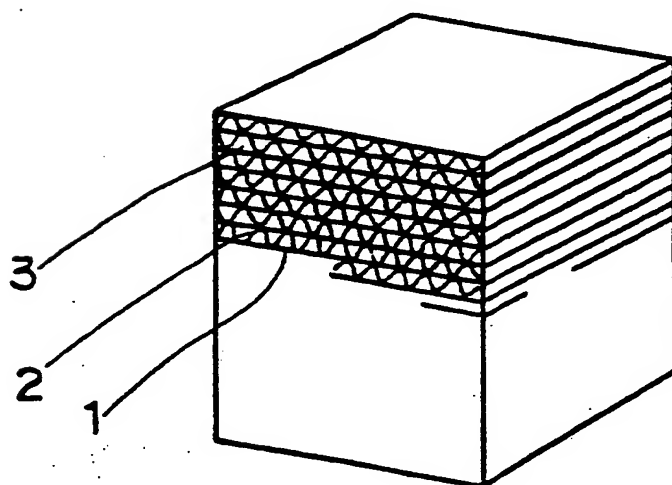


Fig.3

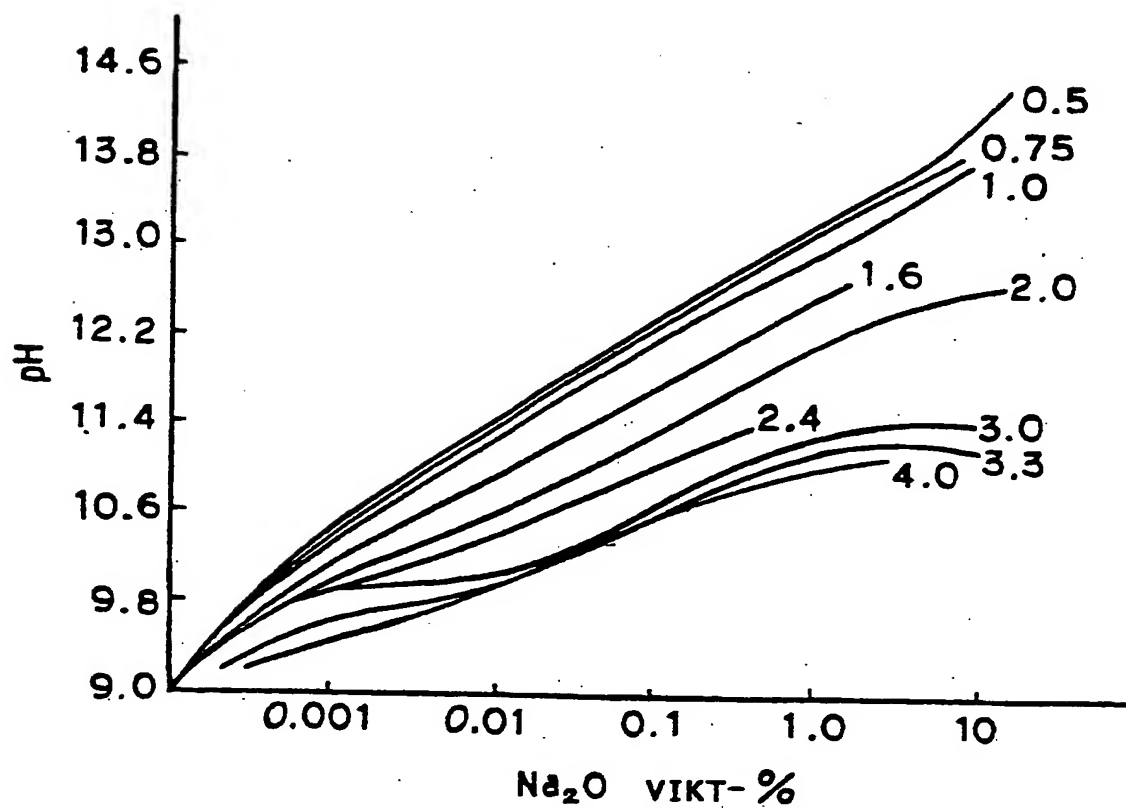


Fig.4

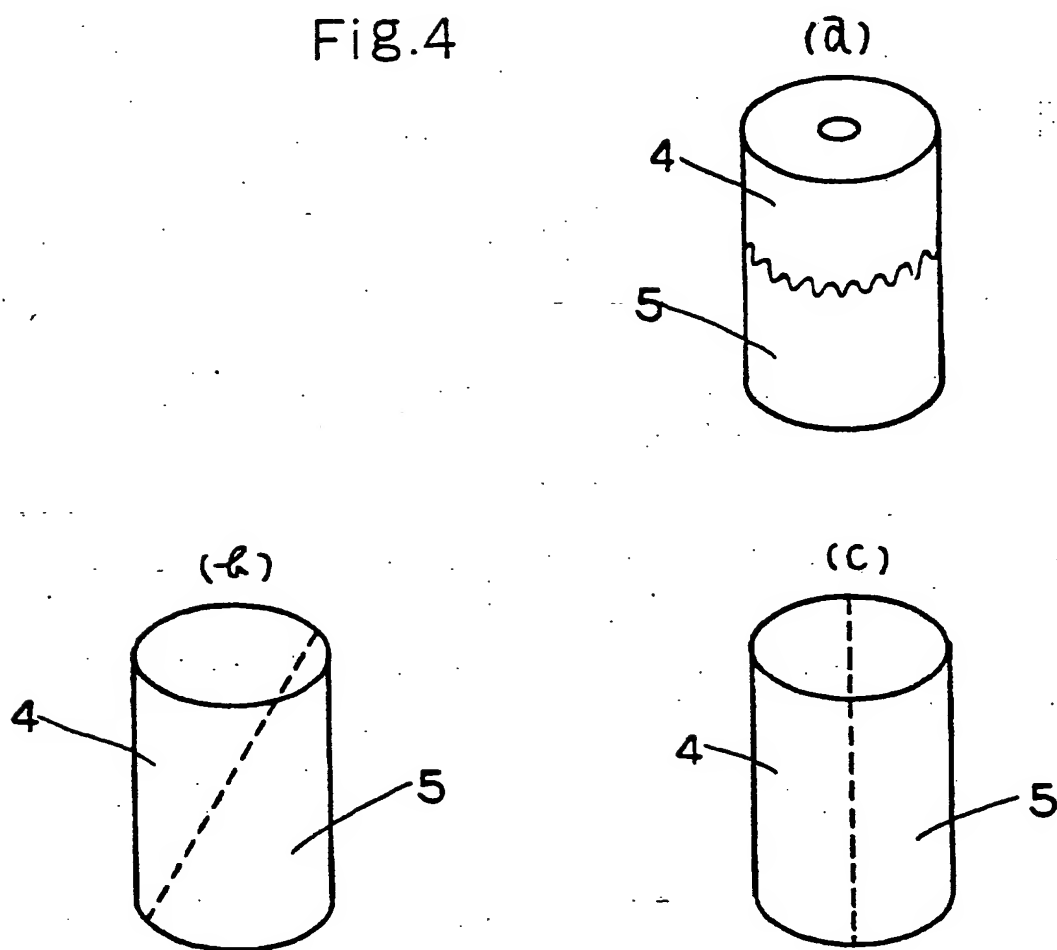


Fig. 5

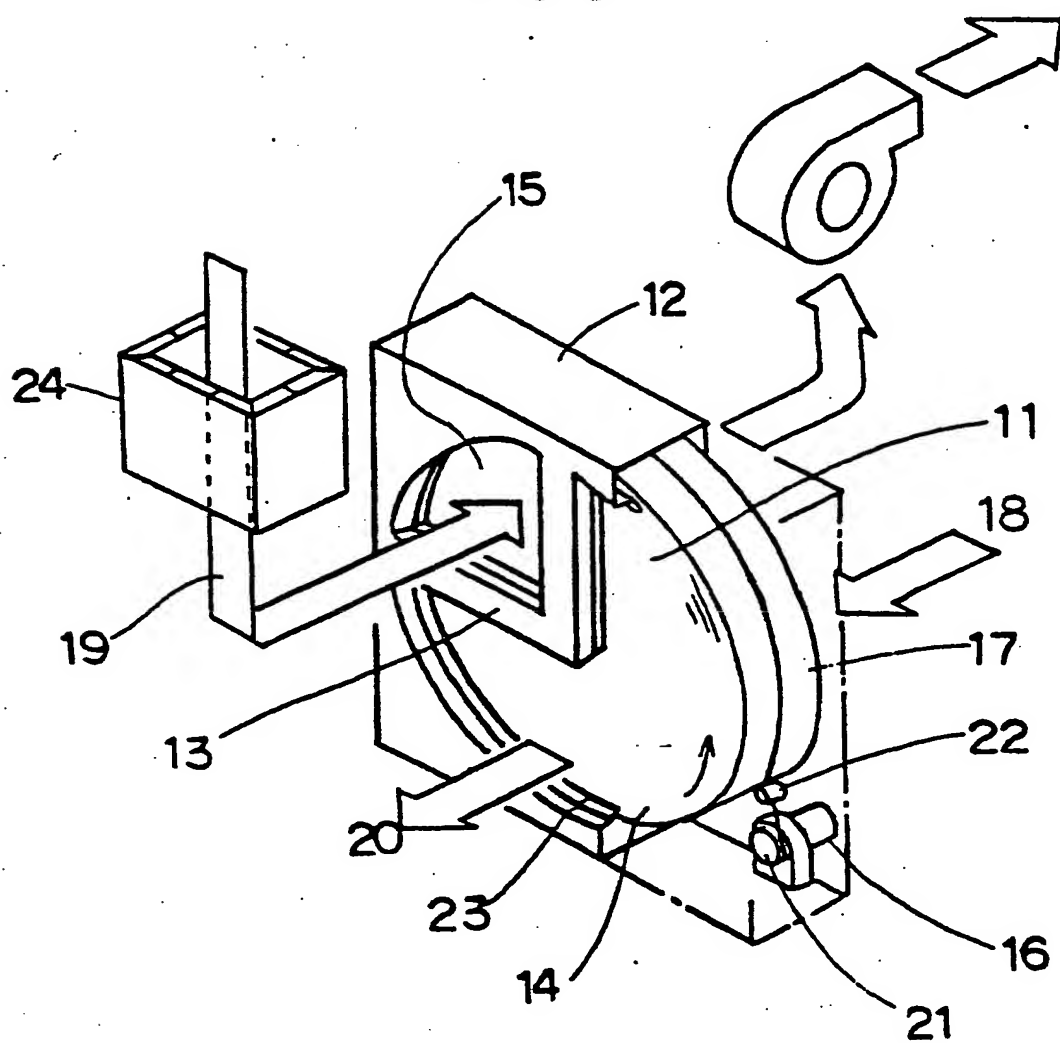


Fig.6

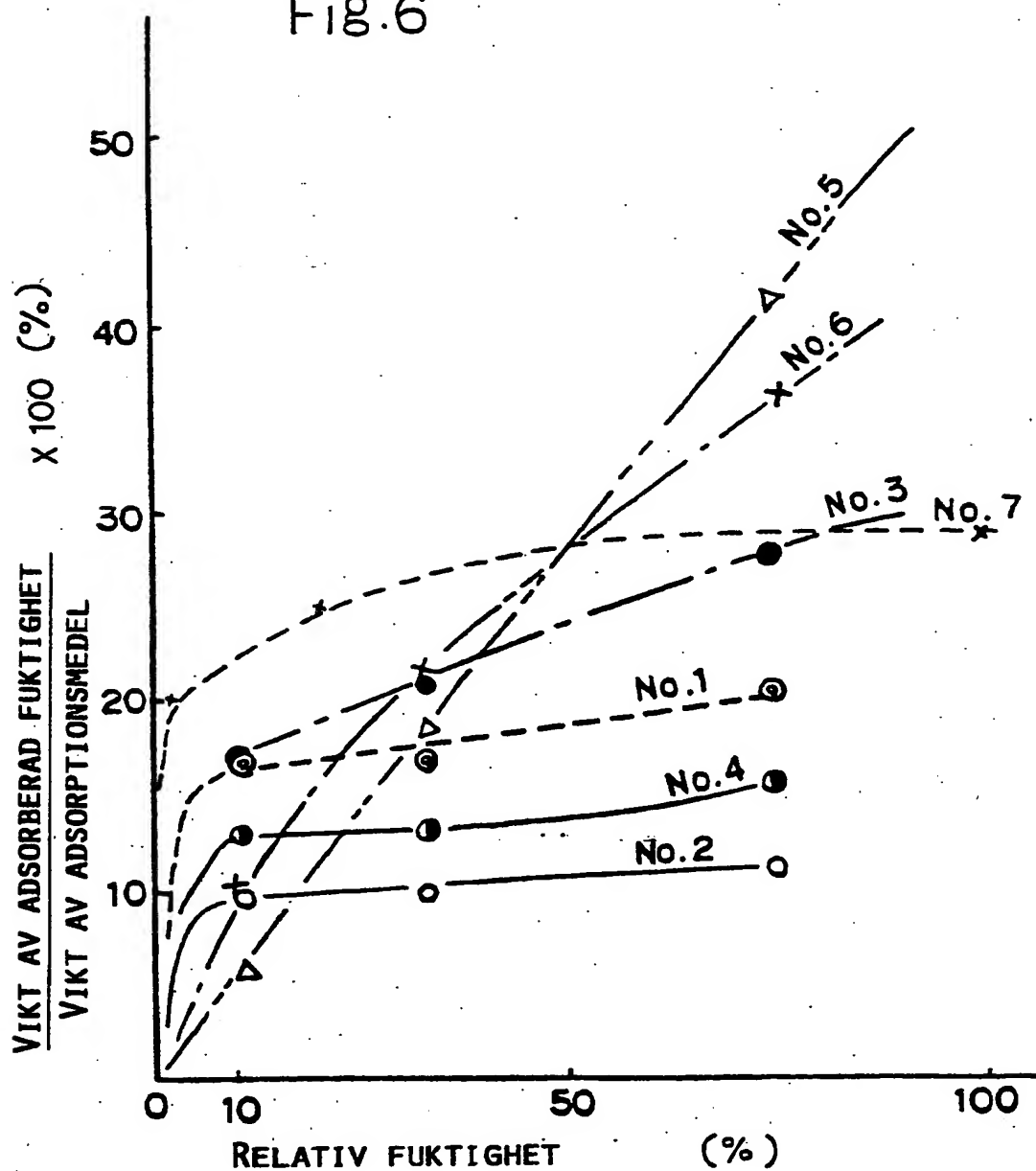


Fig.7

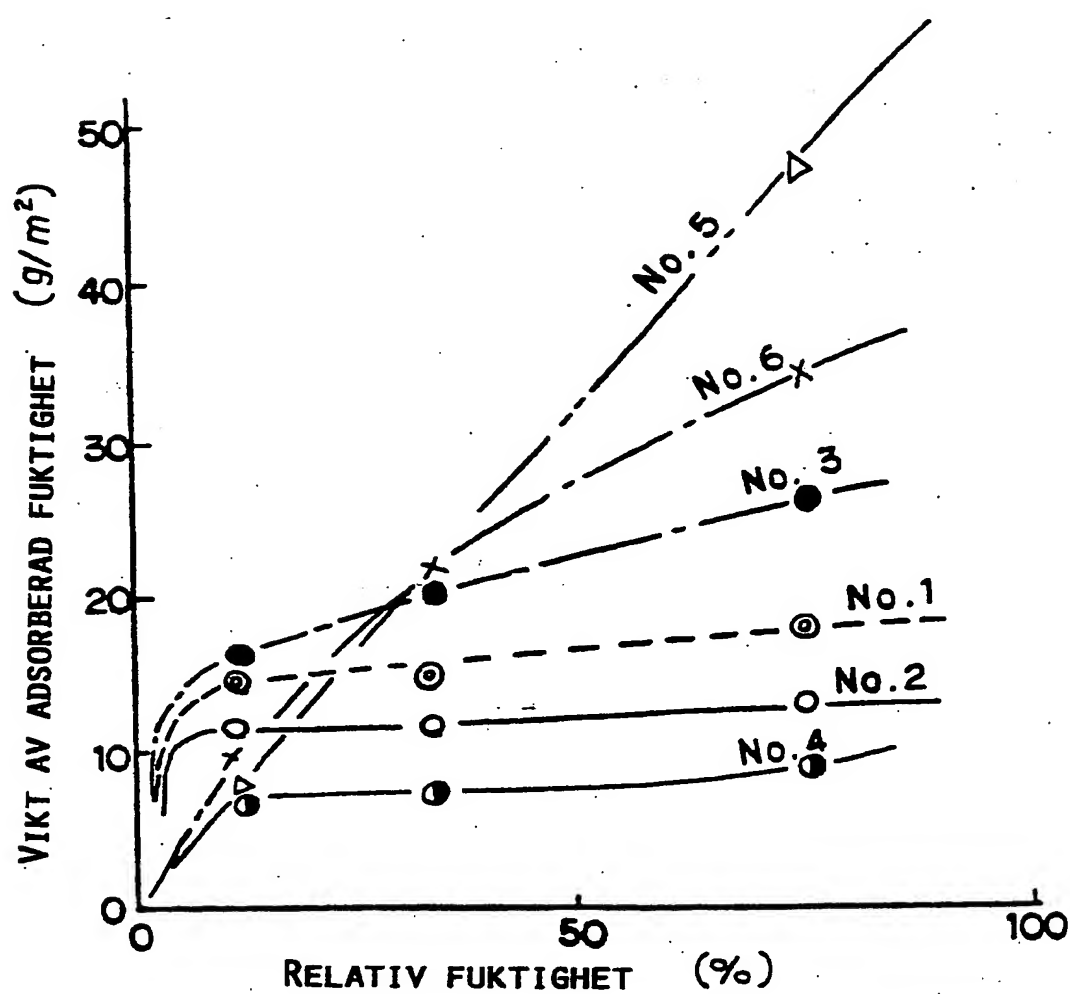
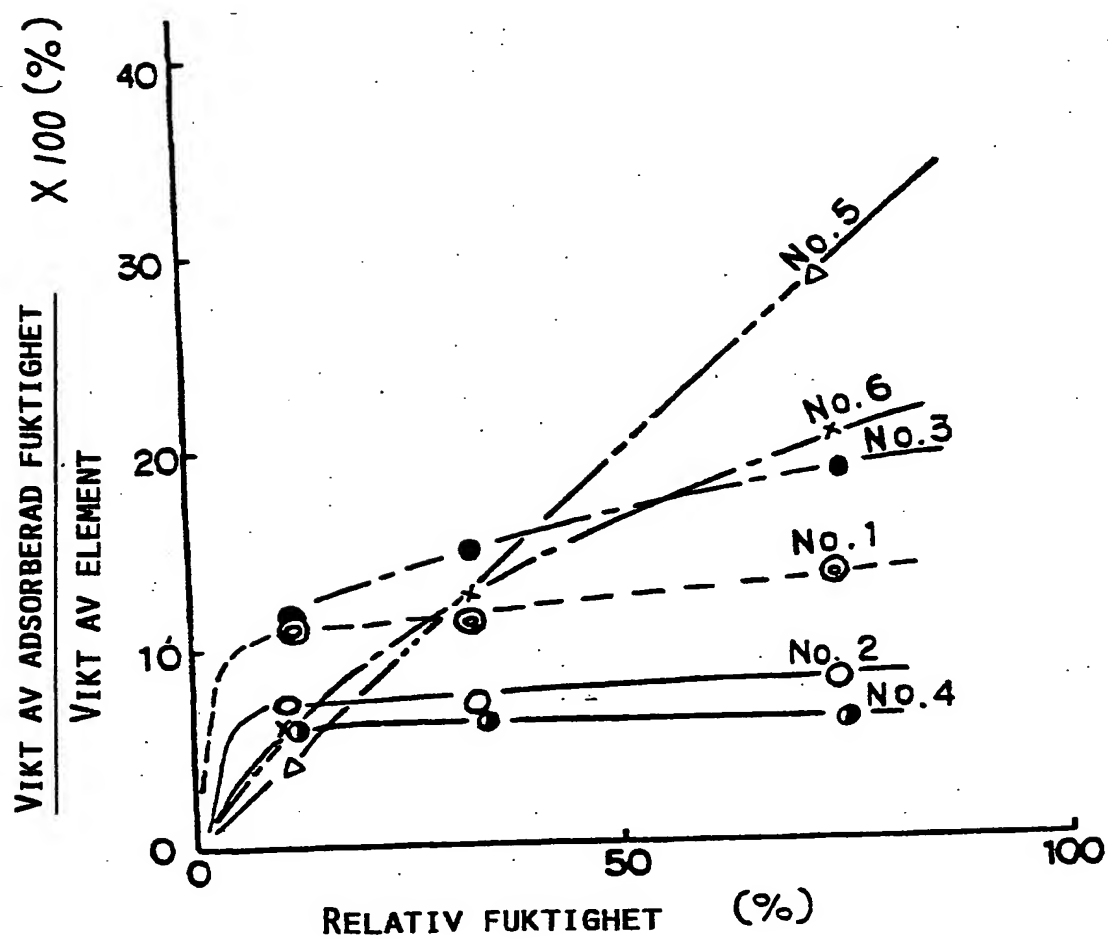
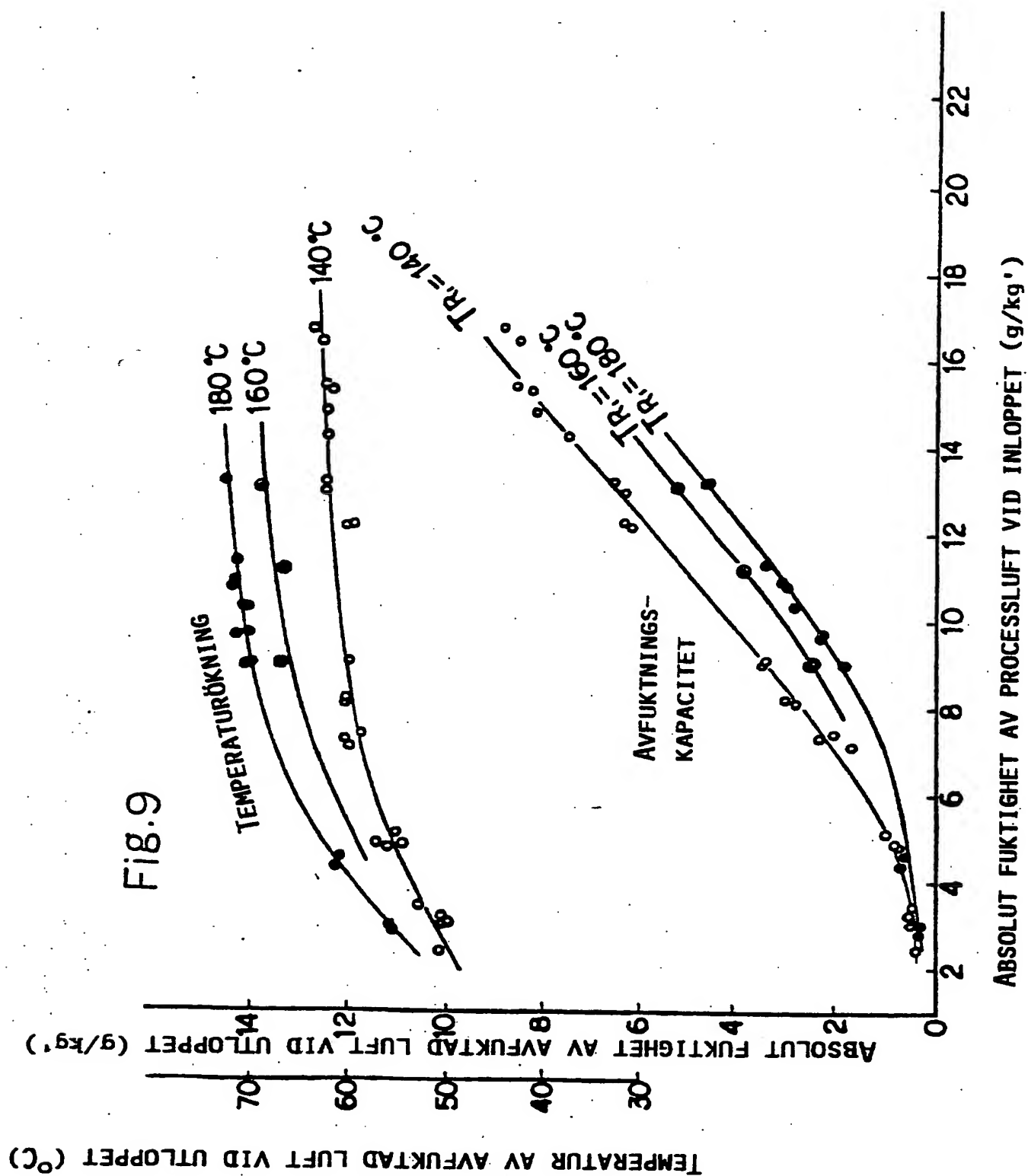


Fig. 8





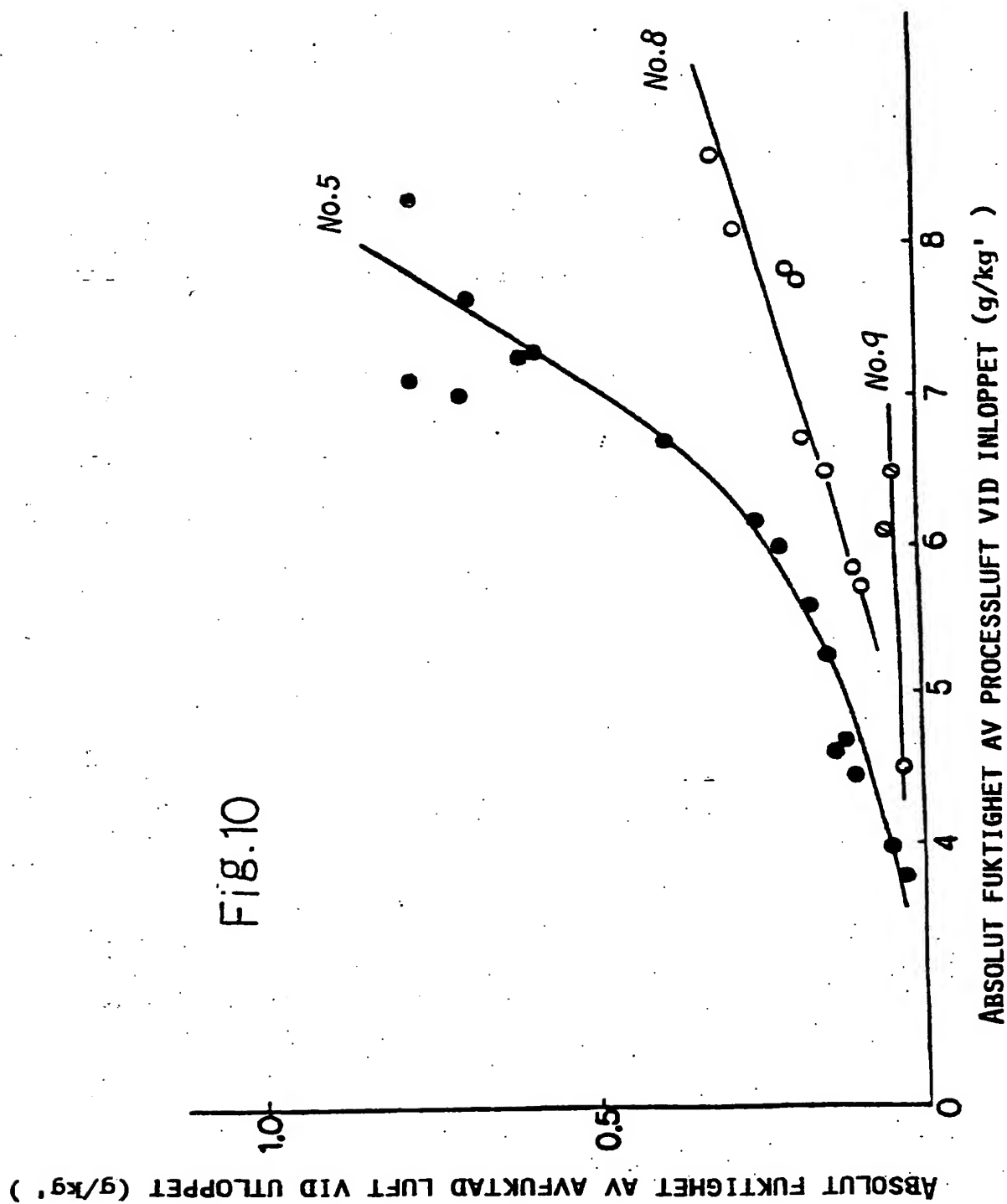


Fig.11

